

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕПРЕРЫВНО-ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ И ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА БУНТОВОГО ПРОКАТА

Малашкин С. О.

Руководитель – профессор, д.т.н., Сычков А. Б.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский Государственный Технический

Университет им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск

malashckin.serzh@yandex.ru

В условиях ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК) освоено производство бунтового проката диаметром 15,5-16,0 мм из высокоуглеродистой стали 80Р и 80ХФЮ для изготовления высокопрочной стабилизированной проволоки диаметром 9,6 мм, для армирования железобетонных шпал нового поколения, для высокоскоростных и тяжело нагруженных железнодорожных магистралей. Однако, в процессе освоения выявился ряд негативных моментов относительно качества металла.

Химический состав сталей 80Р и 80-ХФЮ характеризуется относительно высоким содержанием кремния и алюминия – соответственно 0,20-0,37 и 0,010-0,030 % при фактическом их содержании в стали – 0,25-0,33 и 0,010-0,018 %, что обуславливает формирование в стали достаточно крупных (протяженность от 30 до 150 мкм) неметаллических включений (НВ) комплексного химического состава. В частности, на базе недеформирующихся силикатов (SiO_2) и оксидов точечных, недеформирующихся алюминатов (Al_2O_3). Наличие в стали недеформирующихся НВ приводит к массовым обрывам при волочении катанки.

Достаточно высокая степень загрязненности стали НВ предполагает применение модифицирования металла с целью снижения размеров и изменения их химического состава. Кроме того, модифицирование металла, в частности кальцием и бором, сокращает или даже исключает зону столбчатых кристаллов (ЗСК) при непрерывной разливке. Сокращению ЗСК способствует также применение и ЭМП. Использование кальций содержащего материала в несколько приемов на установке ковша-печь (УКП) для улучшения условий модифицирования НВ (измельчения включений, снижения их вязкости, изменения их химического состава) достаточно эффективно. Снижение НВ и изменение их свойств будет возможным с использованием модифицирования стали Са+РЗМ лигатурой, при обработке стали белыми синтетическими шлаками при сливе металла из ДСП в СК и с применением полностью магнезиального СК.

В технологический процесс производства стали были внесены изменения: полный отказ от обработки и раскисления металла алюминием, изменение отношения марганца к кремнию – не менее 3.

Опробование вышеуказанных технико-технологических мероприятий дало положительные результаты, что резко снизило обрывность (с 0,34 до 0,10 т⁻¹) при последующем волочении проката в бунтах.

Для упрочняющей термической обработки в потоке линии двустадийного охлаждения Стелмор [1-5] из высокоуглеродистой стали для армирования железобетонных конструкций желательно обеспечить структуру однородного аустенита с относительно крупным зерном с целью обеспечения формирования мелкодисперсной структуры пластинчатого перлита. Использование межкритического интервала температур (МКИТ) не желательно, так как двухфазная γ/α структура является значительным структурным концентратором напряжений, обуславливающим формирование и развитие микротрещин с последующим макро разрушением металла. Кроме того, в МКИТ возможно формирование неравновесных пленочных выделений структурно свободных феррита и цементита, ухудшающих пластичность металла.

Последующее охлаждение после аустенитизации с достаточно высоких значений (950-980°C – температуры виткообразования) на воздушной стадии для высокоуглеродистого проката должно быть весьма интенсивным (скорость охлаждения – 25-30°C/с) и равномерным по сечению и длине витка и бунта такого проката.

Массовые обрывы при волочении катанки на метизном переделе обусловлены также неоптимальными режимами упрочняющей термической обработки в потоке проката высокоуглеродистой стали, реализуемые в условиях стана 170 ММК, предложенных фирмой-изготовителем оборудования – итальянским концерном Даниели. Эта технология заключалась в следующем: температура виткообразования: 840-880°C, низкая охлаждающая способность на секции воздушного охлаждения и низкая скорость транспортирования витков по роликовому транспортеру – 0,15 м/с. Такой режим приводил к низкой дисперсности перлита и крайне неравномерной структуре и свойствам металла по длине витка. В результате происходил частый обрыв катанки на метизном переделе. В последствие было исключено интенсивное воздушное вентиляторное охлаждение (режим охлаждения на спокойном воздухе - режим прокатной нормализации), что несколько повысило однородность структуры и свойств проката по длине витка и обеспечило достаточно равномерную структуру сорбита после патентирования, но обуславливало формирование по диффузионному механизму ликвационного структурно свободного цементита (ССЦ) по границам перлитных колоний и повышенную обрывность при волочении такого проката.

Для оптимизации режимов упрочняющей термообработки увеличили температуру виткообразования до 950-980°C – оптимальная температура аустенитизации металла для максимальной сорбитизации перлитной структуры; скорость роликового транспортера витков – 0,5-0,8 м/с; в секции воздушного охлаждения - работа вентиляторов на максимальной мощности. Так как для формирования структуры и свойств бунтового проката на крупных диаметрах огромное влияние оказывает интенсивность воздушного охлаждения для проработки всего сечения от поверхности до сердцевины с целью обеспечения в высокоуглеродистом прокате структуры высокодисперсного пластинчатого перлита – сорбита или сорбитизированного перлита, регламентированного ГОСТ 8233-56.

Такая технология термомеханической обработки бунтового проката на линии Стелмор позволяет получить более дисперсный перлит, однороднее распределенный по длине витка проката, что обеспечивает высокую технологичность переработки металла на метизном переделе и при производстве железобетонных шпал нового поколения. Общая обрывность при волочении снизилась до 0,01 т⁻¹.

Проведение модернизации линии Стелмор стана 170 сортового цеха ОАО «ММК», с целью обеспечения высокой скорости охлаждения бунтового проката большой толщины и получения однородной структуры сорбитообразного перлита по всему поперечному сечению проката, позволит исключить операцию патентирования проката перед волочением с получением значительного технологического и экономического эффекта.

С целью повышения экономической эффективности и экологической чистоты производства на метизном переделе реконструируемая линия Стелмор обеспечит свойства воздушной окалины на поверхности катанки для ее механического удаления на всем сортаменте металлопродукции за счет эффективной системы охлаждения катанки на водяной и воздушной секциях линии Стелмор.

Литература

1. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1977. – 648 с.
2. Режим двустадийного охлаждения катанки из стали 80КРД на линии Стелмор//Э.В. Парусов, В.В. Парусов, М.Ф. Евсюков, А.И. Сивак, А.Б. Сычков/Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. - № 3. – С. 64-67.
3. Разработка режима двустадийного охлаждения катанки из стали С80Д2, легированной бором и ванадием//Э.В. Парусов, В.В. Парусов, Л.В. Сагура, А.И. Сивак, А.П. Клименко, А.Б. Сычков/Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2011. - № 3. – С. 53-56.
4. Парусов В.В., Сычков А.Б., Парусов Э.В. Теоретические и технологические основы производства высокоэффективных видов катанки. - Днепропетровск: Арт-Пресс, 2012. – 376 с.
5. Сычков А.Б. Технологические аспекты производства качественной катанки. – Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2006. - № 4 (16). – С. 63-69.